(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0114303
(43) 공개일자 2019년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) *A61B 5/04* (2006.01)
A61B 5/0478 (2006.01) *A61B 5/048* (2006.01)
A61B 5/055 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4088 (2013.01)
A61B 5/04012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0036802
(22) 출원일자 2018년03월29일
심사청구일자 2018년03월29일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
한지혜
경기도 안양시 동안구 시민대로 291 한림대학교 중개의학연구소
이효정
경기도 안양시 동안구 시민대로 291 한림대학교 중개의학연구소
(74) 대리인
특허법인 티앤아이

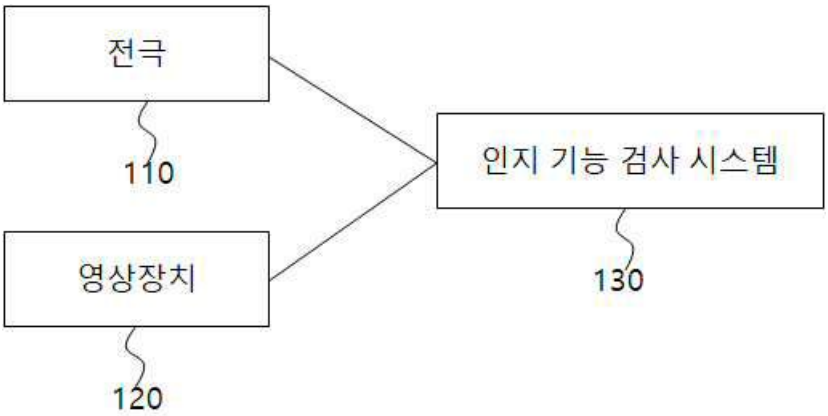
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **인지 기능 검사 방법 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 인지 기능 검사 방법으로서, (a) 피검자가 탐지할 수 있는 진폭변조역치 및 주파수변조역치가 측정되는 단계; (b) 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 진폭 또는 주파수를 변경하여 제공되는 제1 자극음에 따라 측정된 상기 피검자의 뇌전도를 수신하는 단계; (c) 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 결정된 소리강도로 제2 자극음이 제공되고, 상기 제2 자극음의 제공에 따라 상기 피검자가 반응하는 때의 기능적자기공명영상을 수신하는 단계; 및 (d) 상기 수신된 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 기초로 상기 피검자의 인지 기능을 분석하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/0478 (2013.01)
A61B 5/048 (2013.01)
A61B 5/055 (2018.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345277416
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(교육부)
연구과제명 보청기 사용이 경도인지장애인의 인지 기능에 미치는 효과 연구
기 여 율 7/10
주관기관 한림대학교
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711053643
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(미래부)
연구과제명 난청과 보청기 사용에 의한 청각두뇌의 가소성 연구
기 여 율 3/10
주관기관 한림대학교
연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 피검자가 탐지할 수 있는 진폭변조역치 및 주파수변조역치가 측정되는 단계;

(b) 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 진폭 또는 주파수를 변경하여 제공되는 제1 자극음에 따라 측정된 상기 피검자의 뇌전도를 수신하는 단계;

(c) 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 결정된 소리강도로 제2 자극음이 제공되고, 상기 제2 자극음의 제공에 따라반응하는 피검자를 촬영한 기능적자기공명영상을 수신하는 단계; 및

(d) 상기 수신된 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 기초로 상기 피검자의 인지 기능을 분석하는 단계를 포함하는 인지 기능 검사 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (a) 단계는,

진폭변조의 속도가 변조된 백색 소음을 제공하여 상기 진폭변조역치를 결정하는 단계; 및

특정 주파수를 기준으로 주파수를 변조한 음을 제공하여 상기 주파수변조역치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (b) 단계는,

상기 제1 자극음의 제공에 따라 상기 피검자의 두피에 부착된 복수의 전극들로부터 뇌전도 신호를 수신하는 단계를 포함하되,

상기 두피에 부착된 복수의 전극들 각각의 위치 정보와 해당 전극에서 수신된 뇌전도 신호는 연관되는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

상기 뇌전도 신호 및 뇌전도 신호와 연관된 전극의 위치 정보를 이용하여, 제1 자극음의 자극에 따라 대뇌에서 활성화된 위치와 강도를 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

상기 제2 자극음의 배경에 특정 비율의 소음이 삽입되어 제공되는 단계;

상기 제2 자극음에 대한 피검자의 반응에 따라 상기 제2 자극음의 소리강도 또는 상기 제2 자극음에 삽입될 소음의 비율이 조절되는 단계; 및

상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음이 제공되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 자극음이 제공된 이후에 기능적자기공명영상이 촬영되고, 상기 기능적자기공명영상이 촬영된 후 일정 시간 이후에 상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음이 제공되는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

상기 기능적자기공명영상을 이용하여, 제2 자극음의 자극에 따라 양측 반구의 청각 피질의 활성도를 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 방법.

청구항 8

피검자가 탐지할 수 있는 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 측정하는 역치 측정부;

상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 진폭 또는 주파수를 변경하여 제공되는 제1 자극음에 따라 측정된 상기 피검자의 뇌전도를 수신하는 뇌전도 검사부;

상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 결정된 소리강도로 제2 자극음이 제공되고, 상기 제2 자극음의 제공에 따라 상기 피검자가 반응하는 때의 기능적자기공명영상을 수신하는 영상 검사부; 및

상기 수신된 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 기초로 상기 피검자의 인지 기능을 분석하는 인지 기능 분석부를 포함하는 인지 기능 검사 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 역치 측정부는,

진폭변조의 속도가 변조된 백색 소음을 제공하여 상기 진폭변조역치를 결정하고, 특정 주파수를 기준으로 주파수를 변조한 음을 제공하여 상기 주파수변조역치를 결정하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 뇌전도 검사부는,

상기 제1 자극음의 제공에 따라 상기 피검자의 두피에 부착된 복수의 전극들로부터 뇌전도 신호를 수신하되, 상기 두피에 부착된 복수의 전극들 각각의 위치 정보와 해당 전극에서 수신된 뇌전도 신호는 연관되는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 인지 기능 분석부는,

상기 뇌전도 신호 및 뇌전도 신호와 연관된 전극의 위치 정보를 이용하여, 제1 자극음의 자극에 따라 대뇌에서 활성화된 위치와 강도를 분석하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 시스템.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 영상 검사부는,

상기 제2 자극음의 배경에 특정 비율의 소음을 삽입하여 제공하고, 상기 제2 자극음에 대한 피검자의 반응에 따라 상기 제2 자극음의 소리강도 또는 상기 제2 자극음에 삽입될 소음의 비율을 조절하고, 상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음을 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2 자극음이 제공된 이후에 기능적자기공명영상이 촬영되고, 상기 기능적자기공명영상이 촬영된 후 일정 시간 이후에 상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음이 제공되는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 인지 기능 분석부는,

상기 기능적자기공명영상을 이용하여, 제2 자극음의 자극에 따라 양측 반구의 청각 피질의 활성도를 분석하는 것을 특징으로 하는 인지 기능 검사 시스템.

청구항 15

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터로 실행시킬 수 있는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인기 기능 검사 기술에 관한 것으로서, 일상생활 언어와 음향학적으로 유사한 자극음들을 활용하여 대뇌의 구조적 및 기능적 변화를 측정하여 인지 기능을 검사하는 인지 기능 검사 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 통계적으로 우리나라 인구의 약 22%가 난청을 가지고 있는 것으로 조사되고 있으며, 65세 이상의 노인층에서는 약 30% 이상이 보청기와 같은 청각 보조 기기가 필요한 중등도 이상의 난청 환자이다. 현대 사회에서 과도한 소음 노출과 핸드폰 사용 등의 환경적 요인으로 인해 난청은 점차 증가하고 있으나, 보청기에 대한 편견으로 보청기 착용률이 매우 낮고, 의사소통이 어려워질 정도로 청력이 나빠진 후에야 보청기를 착용하여 효과를 보기 힘든 경우가 많다. 노인층에서 빈번히 발생하는 의학적인 문제로 노인성 난청과 함께 치매와 같은 인지 장애를 꼽을 수 있다. 그 중 경도인지장애(mild cognitive impairment, MCI)는 동일 연령대에 비해 인지 기능, 특히 기억력이 저하되며, 치매 발달 전 단계로 일상생활을 하는 데에는 큰 어려움이 없어 정상적인 노화와 치매의 중간 단계로 분류된다. MCI 유병률은 약 28%로 65세 이상 노인 인구의 1/4 이상이 넘는 것으로 추산된다. MCI 환자 중 약 10~15% 환자가 치매, 특히 알츠하이머병으로 발달하여 고위험 군으로 분류된다. MCI는 알츠하이머를 가장 이른 시기에 발견할 수 있는 단계인 동시에 치료 효과 또한 가장 좋은 것으로 알려져 있어 임상적으로도 중요하다.

[0004] 나이가 들면서 말초 청각 기관의 퇴화로 인한 노인성 난청이 발생하게 되는데 난청을 방치하게 되면 인지 기능의 저하가 가속화되어 치매로 발전할 가능성이 높아진다. 청각 장애 환자에게 2~5배까지 치매 발생률이 높아지

는데 이는 청각 장애 환자의 경우 소리 자극이 들어오더라도 잘 듣지 못하여 중추 청각 신경이 퇴화되고, 이로 인하여 전체적인 인지 기능의 저하가 나타나기 때문이다. 그러나 청각 능력과 인지 기능 변화의 연관성을 조사한 대부분의 선행 연구들은 행동적 측정방법을 이용하였기 때문에, 피험자의 상태와 검사자의 주관이 개입되어 결과의 신뢰도가 떨어지며, 중추신경계에서 일어나는 변화를 관찰할 수 없다는 내재적인 한계점을 가지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2018-0021017호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 청능과 인지 기능의 상관관계를 객관적으로 측정하기 위하여 뇌전도와 기능성자기공명영상을 이용하여 인지 기능을 검사하는 인지 기능 검사 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제1 측면은, 인지 기능 검사 방법으로서, (a) 피검자가 탐지할 수 있는 진폭변조역치 및 주파수변조역치가 측정되는 단계; (b) 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 진폭 또는 주파수를 변경하여 제공되는 제1 자극음에 따라 측정된 상기 피검자의 뇌전도를 수신하는 단계; (c) 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 결정된 소리강도로 제2 자극음이 제공되고, 상기 제2 자극음의 제공에 따라 반응하는 피검자를 촬영한 기능적자기공명영상을 수신하는 단계; 및 (d) 상기 수신된 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 기초로 상기 피검자의 인지 기능을 분석하는 단계를 포함한다.

[0010] 바람직하게, 상기 (a) 단계는, 진폭변조의 속도가 변조된 백색 소음을 제공하여 상기 진폭변조역치를 결정하는 단계; 및 특정 주파수를 기준으로 주파수를 변조한 음을 제공하여 상기 주파수변조역치를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 바람직하게, 상기 (b) 단계는, 상기 제1 자극음의 제공에 따라 상기 피검자의 두피에 부착된 복수의 전극들로부터 뇌전도 신호를 수신하는 단계를 포함하되, 상기 두피에 부착된 복수의 전극들 각각의 위치 정보와 해당 전극에서 수신된 뇌전도 신호는 연관될 수 있다.

[0012] 바람직하게, 상기 (d) 단계는, 상기 뇌전도 신호 및 뇌전도 신호와 연관된 전극의 위치 정보를 이용하여, 제1 자극음의 자극에 따라 대뇌에서 활성화된 위치와 강도를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 바람직하게, 상기 (c) 단계는, 상기 제2 자극음의 배경에 특정 비율의 소음이 삽입되어 제공되는 단계; 상기 제2 자극음에 대한 피검자의 반응에 따라 상기 제2 자극음의 소리강도 또는 상기 제2 자극음에 삽입될 소음의 비율이 조절되는 단계; 및 상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음이 제공되는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 바람직하게, 상기 제2 자극음이 제공된 이후에 기능적자기공명영상이 촬영되고, 상기 기능적자기공명영상이 촬영된 후 일정시간 이후에 상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음이 제공될 수 있다.

[0015] 바람직하게, 상기 (d) 단계는, 상기 기능적자기공명영상을 이용하여, 제2 자극음의 자극에 따라 양측 반구의 청각 피질의 활성도를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제2 측면은, 피검자가 탐지할 수 있는 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 측정하는 역치 측정부; 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 진폭 또는 주파수를 변경하여 제공되는 제1 자극음에 따라 측정된 상기 피검자의 뇌전도를 수신하는 뇌전도 검사부; 상기 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 결정된 소리강도로 제2 자극음이 제공되고, 상기 제2 자극음의 제공에 따라 상기 피검자가 반응

하는 때의 기능적자기공명영상을 수신하는 영상 검사부; 및 상기 수신된 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 기초로 상기 피검자의 인지 기능을 분석하는 인지 기능 분석부를 포함한다.

[0017] 바람직하게, 상기 역치 측정부는, 진폭변조의 속도가 변조된 백색 소음을 제공하여 상기 진폭변조역치를 결정하고, 특정 주파수를 기준으로 주파수를 변조한 음을 제공하여 상기 주파수변조역치를 결정할 수 있다.

[0018] 바람직하게, 상기 뇌전도 검사부는, 상기 제1 자극음의 제공에 따라 상기 피검자의 두피에 부착된 복수의 전극들로부터 뇌전도 신호를 수신하되, 상기 두피에 부착된 복수의 전극들 각각의 위치 정보와 해당 전극에서 수신된 뇌전도 신호는 연관될 수 있다.

[0019] 바람직하게, 상기 인지 기능 분석부는, 상기 뇌전도 신호 및 뇌전도 신호와 연관된 전극의 위치 정보를 이용하여, 제1 자극음의 자극에 따라 대뇌에서 활성화된 위치와 강도를 분석할 수 있다.

[0020] 바람직하게, 상기 영상 검사부는, 상기 제2 자극음의 배경에 특정 비율의 소음을 삽입하여 제공하고, 상기 제2 자극음에 대한 피검자의 반응에 따라 상기 제2 자극음의 소리강도 또는 상기 제2 자극음에 삽입될 소음의 비율을 조절하고, 상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 바람직하게, 상기 제2 자극음이 제공된 이후에 기능적자기공명영상이 촬영되고, 상기 기능적자기공명영상이 촬영된 후 일정시간 이후에 상기 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음이 제공될 수 있다.

[0022] 바람직하게, 상기 인지 기능 분석부는, 상기 기능적자기공명영상을 이용하여, 제2 자극음의 자극에 따라 양측 반구의 청각 피질의 활성도를 분석할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기한 바와 같이 본 발명에 의하면, 인지 능력과 청각과의 상관관계를 대뇌 피질 차원에서 이해할 수 있고, 보청기를 통한 대뇌 가소성을 측정하여 중추청각시스템에 대한 과학적 이해도를 향상시킬 수 있고, 또한 청각은 언어, 인지, 감정 등 사회적 소통에 관계되는 영역과도 밀접히 연관되어 있으므로,중추신경계의 전체적인 연결성과 가소성을 이해할 수 있는데 도움을 줄 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인지 기능 검사 시스템의 구성도이다.

도 2는 일 실시예에 따른 인지 기능 검사 시스템의 블록도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 인지 기능 검사 방법의 흐름도이다.

도 4는 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 측정하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

도 5는 제2 자극음에 따른 피검자의 반응을 입력 받기 위한 사용자 인터페이스를 나타내는 예시도이다.

도 6은 기능적자기공명영상을 촬영하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

도 7은 제1 자극음에 따른 뇌전도의 분석 결과를 설명하기 위한 예시도이다.

도 8은 제2 자극음에 따른 기능적자기공명영상의 분석 결과를 설명하기 위한 예시도이다.

도 9는 뇌전도 및 기능적자기공명영상의 분석 결과를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. "및/또는"은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0028] 비록 제1, 제2 등이 다양한 소자, 구성요소 및/또는 섹션들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자, 구성요소 및/또는 섹션들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자, 구성요소 또는 섹션들을 다른 소자, 구성요소 또는 섹션들과 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 소자, 제1 구성요소 또는 제1 섹션은 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 소자, 제2 구성요소 또는 제2 섹션일 수도 있음은 물론이다.

[0029] 또한, 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0030] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 “포함한다(comprises)" 및/또는 “포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0031] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0032] 또한, 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0034] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인지 기능 검사 시스템의 구성도이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 시스템은 전극(110), 영상장치(120), 및 인지 기능 검사 시스템(130)을 포함한다.

[0036] 전극(110)은 피검자의 두피에 부착되어 뇌신경 사이의 신호 전달에 따라 발생하는 전기의 흐름을 측정하는 장치이다. 바람직하게, 전극(110)은 복수개 포함될 수 있고, 예를 들어, 64개의 전극들이 피검자의 두피의 특정 위치에 부착될 수 있으며, 이를 통하여 전극(110)들로부터 수신된 데이터의 정확도와 분석 범위는 확장될 수 있다. 여기에서, 피검자의 두피에 부착된 각 전극(110)의 위치 정보는 디지털화되어 미리 저장될 수 있다.

[0037] 영상장치(120)는 기능적자기공명영상(functional magnetic resonance imaging; fMRI)을 촬영하는 장치로서, 피검자의 정신 활동에 의하여 신경세포가 활성화됨에 따라 발생하는 혈중 산소 농도의 차이를 자기장의 변화로 측정하는 장치이다. 영상장치(120)를 이용하면 뇌 기능과 관련된 뇌신호를 추출하여 뇌 기능의 위치를 추적하는 것이 가능하다.

[0038] 인지 기능 검사 시스템(130)은 전극(110) 및 영상장치(120)와 연결되어, 전극(110) 및 영상장치(120)로부터 수신된 데이터를 기초로 피검자의 인지 기능을 분석한다. 바람직하게, 인지 기능 검사 시스템(130)은 하나의 서버로 구현되거나 또는 이하 도 2를 참조하여 설명할 구성 각각을 별도의 장치 또는 모듈로 포함하는 시스템으로 구현될 수 있다.

[0040] 도 2는 일 실시예에 따른 인지 기능 검사 시스템의 블록도이다.

[0041] 도 2를 참조하면, 인지 기능 검사 시스템(130)은 역치 측정부(131), 뇌전도 검사부(132), 영상 검사부(133), 인지 기능 분석부(134), 및 제어부(135)를 포함하고, 제어부(135)는 역치 측정부(131), 뇌전도 검사부(132), 영상 검사부(133), 및 인지 기능 분석부(134)의 동작 및 데이터의 흐름을 제어한다.또한, 인지 기능 검사 시스템(130)은 도면에 도시하지 않았으나 사용자 인터페이스를 포함하여 인지 기능 검사의 수행이 지원되도록 할 수 있고, 사용자 인터페이스는 인지 기능 검사 시스템(130)에 일체로 구비되거나 또는 외부에 별도로 구비되어 무선 또는 유선으로 연결될 수 있다.

[0042] 이하, 도 3을 참조하여, 인지 기능 검사 시스템(130)의 각 구성에서 수행되는 인지 기능 검사 방법에 대하여 보다 상세하게 설명한다.

[0043] 역치 측정부(131)는 피검자가 탐지할 수 있는 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 측정한다(단계 S310). 즉, 역치 측정부(131)는 피검자가 탐지할 수 있는 가장 약한 진폭 및 주파수를 측정하는 것이다.

[0044] 바람직하게, 역치 측정부(131)는 진폭변조의 속도가 변조된 백색 소음을 제공하여 진폭변조역치를 결정할 수 있다. 보다 구체적으로, 역치 측정부(131)는 진폭변조역치를 결정하기 위하여 변조된 소리를 다양한 방식으로 제공할 수 있고, 3-interval, 3-alternative, forced-choice, 2-down and 1-up procedure와 같은 방식으로 제공할 수 있다. 여기에서, 해당 방식들은 모두 변조가 포함된 소리 1개와 변조가 포함되지 않은 소리 2개를 포함하는 총 3가지 종류의 소리를 제공하고 해당 소리를 들은 피검자가 3가지 소리 중 변조가 포함된 소리를 고르도록 하는 방식이다. 도 4의 (a)를 참조하면, 인지 기능 검사 시스템(130)의 사용자 인터페이스를 통하여 역치 측정부(133)에 의한 검사시 피검자에게 제공되는 화면으로서, 피검자는 3가지의 소리를 들은 다음 그 중 하나를 화면에 표시된 1, 2, 3 버튼을 통하여 선택할 수 있다. 도 4의 (a)에 도시된 사용자 인터페이스는 일 예시일 뿐 다양한 방식으로 구현 가능하다. forced-choice는 3가지 소리 중 피검자가 반드시 한가지를 선택해야 하는 방식으로서, 피검자의 선택이 맞으면 변조가 포함된 소리와 변조가 포함되지 않은 소리의 구분을 더 어렵게 하여 제공하고, 피검자의 선택이 틀리면 변조가 포함된 소리와 변조가 포함되지 않은 소리의 구분을 더 쉽게 하여 제공할 수 있다. 예를 들어, 4Hz, 40Hz, 100Hz, 및 300Hz에 해당하는 4 레벨의 진폭 변조의 속도를 사용하여 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 1초 동안 진폭변조자극음을 제공할 수 있다. 즉, 역치 측정부(131)는 진폭변조역치를 결정하고자 하는 특정 주파수에서 진폭 변조 깊이(amplitude modulation depth)를 100%에서 0%로 낮추면서 자극음을 출력시키고, 출력된 자극음에 따른 피검자의 반응에 따라, 즉, 피검자가 변조를 감지하는지 여부에 따라 피검자가 감지할 수 있는 가장 낮은 진폭 변조 깊이에 해당하는 진폭변조역치를 결정하는 것이다.

[0045] 바람직하게, 역치 측정부(131)는 특정 주파수를 기준으로 주파수를 변조한 음을 제공하여 주파수변조역치를 결정할 수 있다. 바람직하게, 역치 측정부(131)는 주파수변조역치를 결정하기 위하여 두 가지 기본 주파수의 톤(tone burst)를 사용할 수 있고, 예를 들어, 250Hz 및 4000Hz에 해당하는 기본 톤을 사용할 수 있다. 역치 측정부(131)는 각각의 기본 주파수에 대하여, 250Hz의 경우에는 주파수를 10% 변조(275Hz), 50% 변조(375Hz), 또는 100% 변조(500Hz)하여 주파수변조자극음을 제공하고, 4000Hz의 경우에는 5% 변조(4200Hz), 15% 변조(4600Hz), 또는 30% 변조(5200Hz)하여 주파수변조자극음을 제공할 수 있다. 여기에서, 주파수변조자극음은 도 4의 (c)에 도시된 바와 같이 연속적인 톤이 출력되는 가운데 400ms 동안 출력될 수 있고, 주파수변조자극음 간의 거리는 2.2초로 설정될 수 있다.

[0046] 뇌전도 검사부(132)는 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 진폭 또는 주파수를 변경하여 제공되는 제1 자극음에 따라 측정된 피검자의 뇌전도를 수신한다(단계 S320). 바람직하게, 뇌전도 검사부(132)는 제1 자극음의 제공에 따라 피검자의 두피에 부착된 복수의 전극들(110)로부터 뇌전도 신호를 수신할 수 있다. 여기에서, 두피에 부착된 복수의 전극들(110) 각각의 위치 정보와 해당 전극에서 수신된 뇌전도 신호는 서로 연관되어 저장될 수 있다.

[0047] 영상 검사부(133)는 진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 결정된 소리강도로 제2 자극음이 제공되고, 제2 자극음의 제공에 따라 반응하는 피검자를 촬영한 기능적자기공명영상을 수신한다(단계 S330). 여기에서, 소리강도는 각 피험자의 최적소리강도(most comfortable level)로 결정되고, 최적소리강도는 기준소리강도(예를 들어, 65dB)가 피검자에게 제시된 후, 피검자에게 기준소리강도의 소리강도를 1(들리지 않을 정도로 매우 작음) 부터 10(고통스러울 정도로 매우 큼) 까지 중 어느 하나로 표시하도록 하고, 기준소리강도를 기준으로 소리강도를 변화시켜 7(소리가 크지만 편안하게 들림)에 해당하는 소리강도를 찾아 최적소리강도로 결정할 수 있다.

[0048] 바람직하게, 영상 검사부(133)는 제2 자극음의 배경에 특정 비율의 소음을 삽입하고, 제2 자극음에 대한 피검자의 반응에 따라 제2 자극음의 소리강도 또는 제2 자극음에 삽입될 소음의 비율을 조절한 후, 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음을 제공할 수 있다. 여기에서, 제2 자극음을 제공하고, 제2 자극음에 따라 수신된 피검자의 반응을 기초로 제2 자극음을 조절하고, 조절된 제2 자극음을 제공하고, 조절된 제2 자극음에 따라 수신된 피검자의 반응을 기초로 제2 자극음을 재조절하여 제공하는 과정은 일정 횟수 이상 반복될 수 있다.

[0049] 예를 들어, 제2 자극음은 1부터 9까지 총 9가지의 숫자 중 3가지의 숫자를 랜덤하게 연속적으로 발음하여 녹음된 것이 이용될 수 있고, 피검자는 제2 자극음을 듣고 제2 자극음에 해당하는 3가지의 숫자를 따라 말하거나 또는 다른 방식으로 사용자 인터페이스를 통하여 영상 검사부(133)에 입력할 수 있다. 도 5를 참조하면, 인지 기능 검사 시스템(130)의 사용자 인터페이스를 통하여 영상 검사부(133)에 의한 검사시 피검자에게 제공되는 화면

으로서, 피검자가 제2 자극음을 듣고 따라 말하면 영상 검사부(133)는 피검자의 음성을 인식하여 피검자가 말한 3가지의 숫자를 화면에 표시할 수 있고, 피검자는 화면에 표시된 3가지의 숫자가 자신이 말한 숫자와 일치하면 제출(SUBMIT)을 선택하고 일치하지 않으면 삭제(CLEAR)를 선택하여 숫자가 재인식되도록 할 수 있다. 또는, 피검자는 화면에 표시된 숫자 버튼을 이용하여 제2 자극음에 해당하는 3가지의 숫자를 직접 입력할 수 있다. 도 5에 도시된 사용자 인터페이스는 일 예시일 뿐 다양한 방식으로 구현 가능하다. 이와 같이 피검자에 의하여 입력된 숫자에 따라, 영상 검사부(133)는 피검자가 입력한 정보가 제2 자극음과 일치하는 경우에는 소음의 비율은 유지한 채 제2 자극음의 소리 강도를 2dB 낮추고, 피검자가 입력한 정보가 제2 자극음과 일치하지 않는 경우에는 소음의 비율은 유지한 채 제2 자극음의 소리 강도를 2dB 높인 후, 소리 강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음을 피검자에게 제공할 수 있다. 또한, 제2 자극음의 배경에 삽입될 소음의 비율(signal to noise ratio; SNR)은 -20dB 부터 0dB까지 조절될 수 있고, 영상 검사부(133)는 피검자가 입력한 정보가 제2 자극음과 일치하는 경우에는 소음의 비율을 낮추어 검사를 더 어렵게 하고, 피검자가 입력한 정보가 제2 자극음과 일치하지 않는 경우에는 소음의 비율을 높여 검사를 더 쉽게 할 수 있다. 여기에서는 피검자가 입력한 정보에 따라 소음의 비율 및 소리 강도를 각각 조절하는 것으로 설명하였으나, 소음의 비율 및 소리 강도는 피검자의 상태, 검사 목적 등에 따라 동시에 조절될 수도 있고, 그 조절의 범위도 다양하게 변형 가능하다.

[0050] 바람직하게, 기능적자기공명영상은 제2 자극음이 제공된 이후에 영상장치(120)에 의하여 촬영되고, 기능적자기공명영상이 촬영된 후 일정시간 이후에 소리강도 또는 소음의 비율이 조절된 제2 자극음이 제공될 수 있다. 기능적자기공명영상을 촬영하는 영상장치(120)의 경사자장 코일(gradient coil)에서 발생하는 소음은 제2 자극음에 의한 청각 자극의 검사 결과에 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 영상장치(120)의 소음으로 인한 영향을 최소화하기 위하여, 본 발명에서는 도 6에 도시된 바와 같이 영상 주기(repetition time; TR)를 조절하여 기능적자기공명영상이 일정 시간 내에 몰아서 촬영되도록 하는 것이다. 예를 들어, 도 7을 참조하면, 3초에 해당하는 영상 주기에서, 2초간 펄스(pulse)를 방출하여 영상장치(120)로부터 기능적자기공명영상이 촬영되도록 한 후, 1초 후에 제2 자극음을 제공하는 방식으로 기능적자기공명영상을 촬영하는바, 제2 자극음에 따른 피검자의 반응에 영상장치(120)의 소음에 의한 영향이 반영되지 않도록 한다.

[0051] 인지 기능 분석부(134)는 수신된 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 기초로 피검자의 인지 기능을 분석한다(단계 S340).

[0052] 바람직하게, 인지 기능 분석부(134)는 뇌전도 신호 및 뇌전도 신호와 연관된 전극의 위치 정보를 이용하여 제1 자극음의 자극에 따라 대뇌에서 활성화된 위치와 강도를 분석할 수 있다. 보다 구체적으로, 인지 기능 분석부(134)는 쌍극자(dipole)를 이용한 분산 소스 분석(Distributed Source Analysis)을 수행하여 쌍극자의 방향성을 분석하고, 이에 따라 대뇌 활동의 위치를 파악할 수 있다. 또한, 인지 기능 분석부(134)는 시간-주파수 분석(Time-Frequency Analysis)을 수행하여 Delta, Theta, Alpha, Beta, Gamma등의 신호를 측정함에 따라 신경 진동(Neural oscillation)의 변화를 분석할 수 있다.

[0053] 예를 들어, 도 7을 참조하면, 제1 자극음의 자극에 따른 분석 결과를 나타낸 것으로서, 진폭을 변경하여 제공된 제1 자극음을 제공하였을 때, 전극(110)으로부터 수신된 피검자의 N1파 변화, N1파 토포그래피(topography), N1파 소스(source)를 나타낸다. 도 7을 참조하면, 진폭의 속도가 증가함에 따라 N1파의 진폭이 작아지고 N1파 토포그래피에서 N1파의 음성(negativity)가 작아지는 것을 볼 수 있고, N1파의 소스 분석 결과로부터 대뇌 활성화 위치가 청각 피질에서 전두엽 쪽으로 이동하는 양상이 있음을 볼 수 있다. 인지 기능 분석부(134)는 이와 같은 N1파 반응(N1 response)을 이용하여 시간 처리 능력(temporal processing) 및 주파수 처리 능력도(spectral processing)을 측정할 수 있고, 바람직하게, 자극음의 진폭 변조에 따른 N1파 반응의 변화를 측정하여 대뇌에서의 시간적 정보의 처리 능력에 해당하는 시간 처리 능력을 평가할 수 있고, 자극음의 주파수 변조에 따른 N1파 반응의 변화를 측정하여 주파수 처리 능력을 평가할 수 있다.

[0054] 바람직하게, 인지 기능 분석부(134)는 기능적자기공명영상을 이용하여, 제2 자극음의 자극에 따라 양측 반구의 청각 피질의 활성도를 분석할 수 있다. 예를 들어, 인지 기능 분석부(134)는 도 8에 도시된 바와 같은 기능적자기공명영상을 기초로 양측 청각 피질의 활성화를 확인할 수 있다.

[0055] 바람직하게, 인지 기능 분석부(134)는 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 이용하여, 뇌전도를 기초로 분석된 대뇌의 활동이 기능적자기공명영상으로부터 획득된 뇌의 위치 중 어디에서 일어나는지 여부가 분석될 수 있다. 예를 들어, 인지 기능 분석부(134)는 BESA MRI 프로그램을 통해 분석을 수행할 수 있고, 보다 구체적으로, 인지 기능 분석부(134)는 기능적자기공명영상을 BESA MRI 프로그램에 입력하고 BESA EEG 분석시 기능적자기공명영상이 적용되도록 하여, 도 9에 도시된 바와 같이, 피험자의 뇌 활동이 뇌의 어느 부위에서 일어

나는지 분석할 수 있다.

[0056] 일 실시예에서, 인지 기능 분석부(134)를 통하여 획득된 피검자의 인지 기능에 대한 정보는 청력손실의 정도(dB)에 따른 인지기능저하의 정도(인지심리검사에서의 퍼센타일)의 상관분석에 이용될 수 있다. 여기에서, 상관분석은 청력손실 정도와 인지기능검사의 점수 간의 통계적 단순 상관 분석(Pearson Correlation Coefficient)이 이용될 수 있다.

[0058] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 인지 기능 검사 방법은 또한 컴퓨터로 읽을 수있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수있는 코드로서 구현되는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.

[0059] 예컨대, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 롬(ROM), 램(RAM), 시디-롬(CD-ROM), 자기 테이프, 하드디스크, 플로피디스크, 이동식 저장장치, 비휘발성메모리(Flash Memory), 광 데이터 저장장치 등이 있다.

[0060] 또한, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 통신망으로 연결된 컴퓨터시스템에 분산되어, 분산방식으로 읽을 수 있는 코드로서 저장되고 실행될 수 있다.

[0062] 전술한 본 발명에 따른 인지 기능 검사 방법 및 시스템에 대한 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명에 속한다.

부호의 설명

[0064] 110: 전극

120: 영상장치

130: 인지 기능 검사 시스템

131: 역치 측정부

132: 뇌전도 검사부

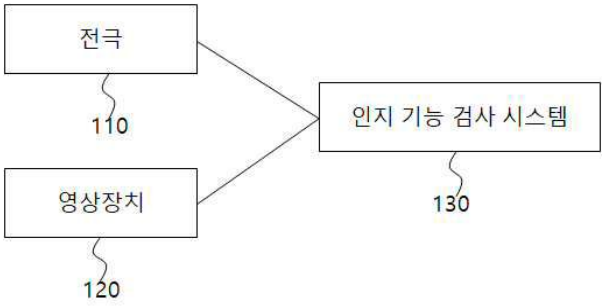
133: 영상 검사부

134: 인지 기능 분석부

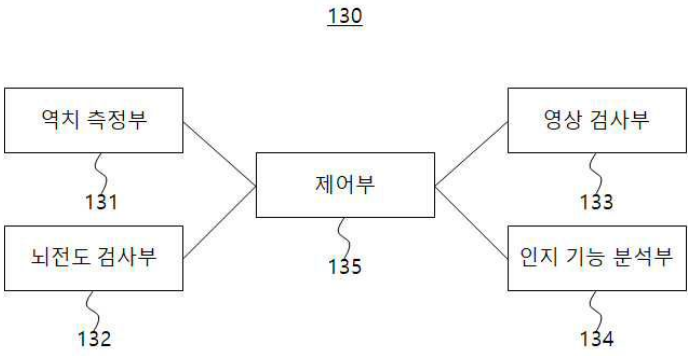
135: 제어부

도면

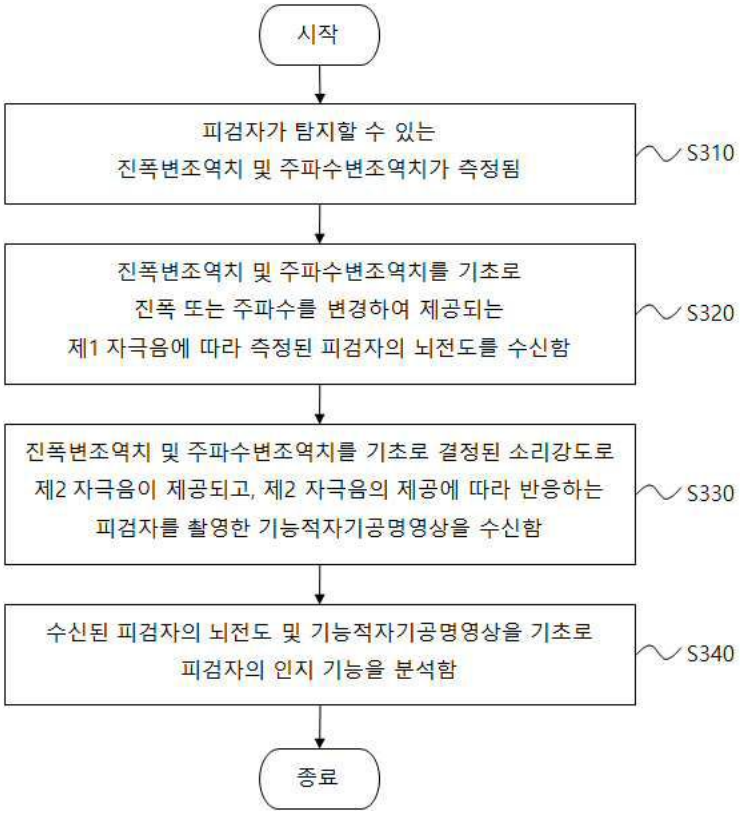
도면1



도면2

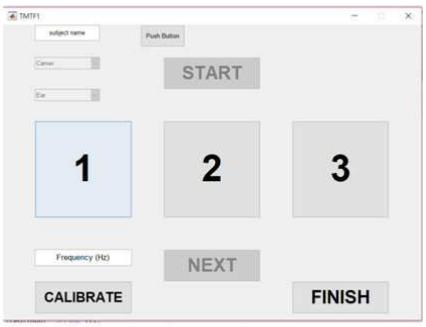

130
역치 측정부
131
제어부
135
영상 검사부
133
뇌전도 검사부
132
인지 기능 분석부
134

도면3

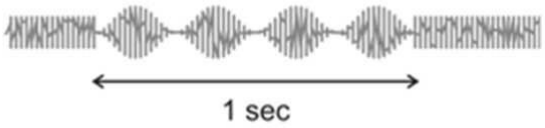

시작
피검자가 탐지할 수 있는
진폭변조역치 및 주파수변조역치가 측정됨
S310
진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로
진폭 또는 주파수를 변경하여 제공되는
제1 자극음에 따라 측정된 피검자의 뇌전도를 수신함
S320
진폭변조역치 및 주파수변조역치를 기초로 결정된 소리강도로
제2 자극음이 제공되고, 제2 자극음의 제공에 따라 반응하는
피검자를 촬영한 기능적자기공명영상을 수신함
S330
수신된 피검자의 뇌전도 및 기능적자기공명영상을 기초로
피검자의 인지 기능을 분석함
S340
종료

도면4

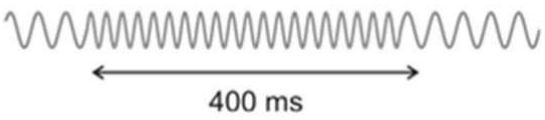
(a)



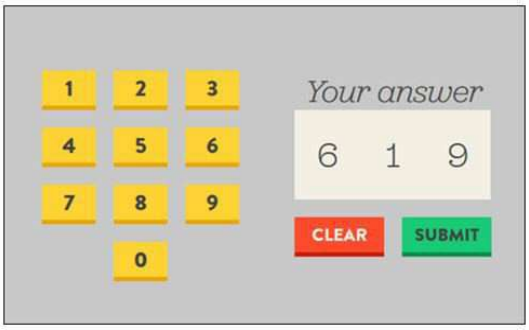
(b)



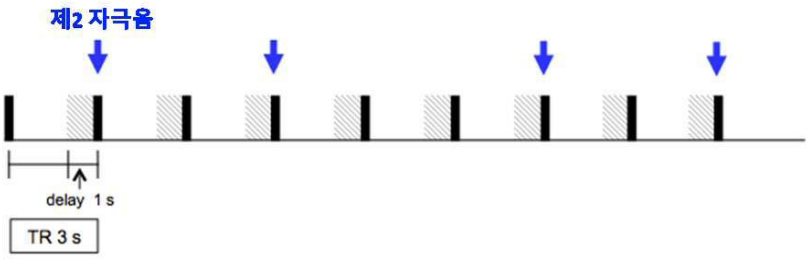
(c)



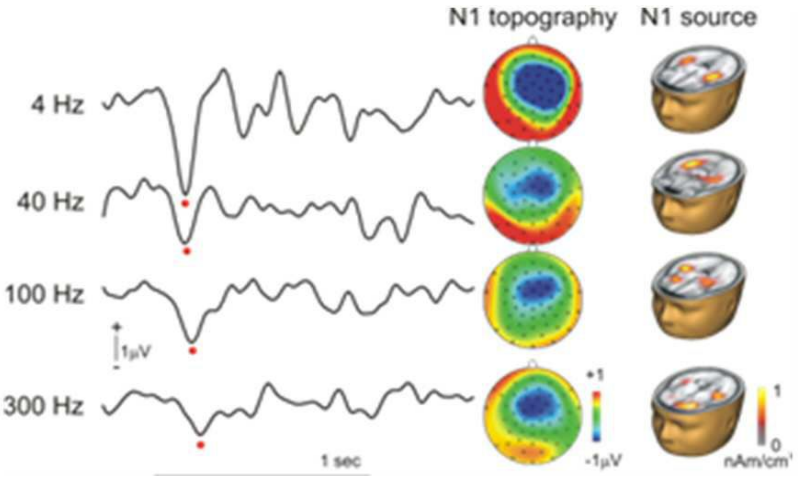
도면5



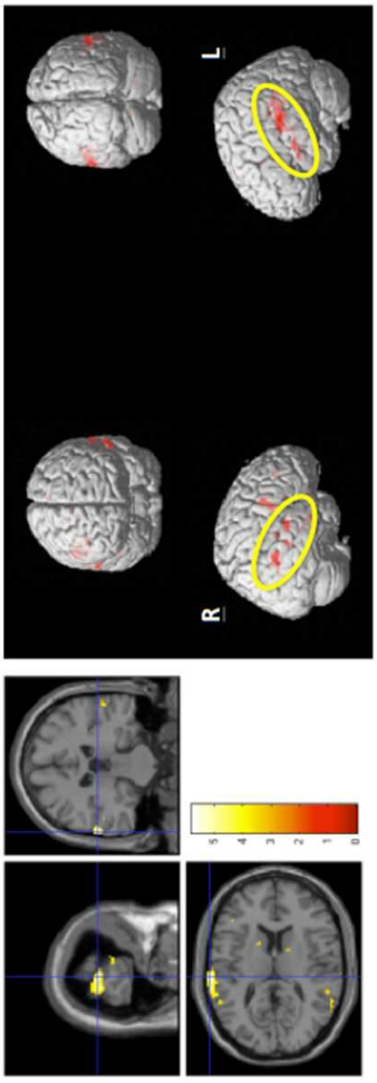
도면6



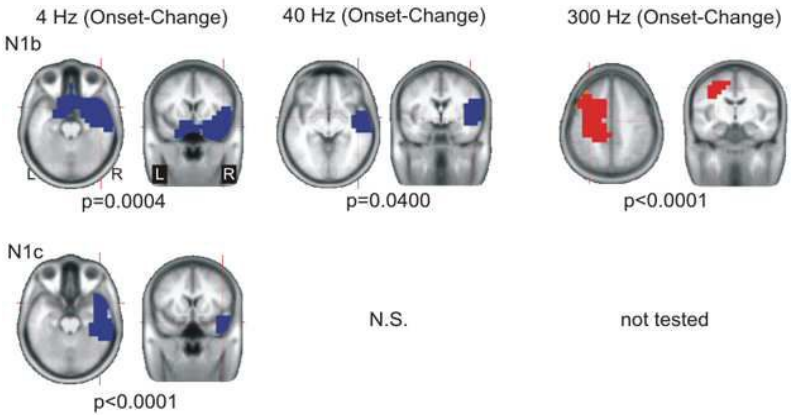
도면7


N1 topography
N1 source
4 Hz
40 Hz
100 Hz
1μV
300 Hz
1 sec
+1
-1μV
1
0
nAm/cm²

도면8


L
R

도면9


4 Hz (Onset-Change)
40 Hz (Onset-Change)
300 Hz (Onset-Change)
N1b
L
R
L
R
p=0.0004
p=0.0400
p<0.0001
N1c
p<0.0001
N.S.
not tested